

JPAB

CLIPPEDIMAGE= JP404064350A

PAT-NO: JP404064350A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04064350 A

TITLE: ULTRASONIC IMAGING APPARATUS

PUBN-DATE: February 28, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKEUCHI, YASUTO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

YOKOGAWA MEDICAL SYST LTD

N/A

APPL-NO: JP02177109

APPL-DATE: July 4, 1990

INT-CL (IPC): A61B008/14; G01N029/06 ; G01N029/22

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain imaging without troubles in practice with the correction of phase distortion by an even distribution of sound velocity by detecting phase errors of two signals from elements of adjacent ultrasonic element arrays to correct delay values of the signals of the elements with the control of a transmitting beam former and a receiving beam former by a phase error data obtained.

CONSTITUTION: Phase errors between elements and in distance zones are sent to a synthetic control section 14 and a delay distribution data to the elements of an ultrasonic element array 4 is inputted as main control value from a delay distribution data PROM 15 based on sound ray number information from a system controller 12. This delay distribution is corrected reversely with a phase error data from a local memory 11 as correction value to alter a delay for each of the elements with a transmitting beam former 2 and receiving beam former 16. The correction of transmitted waves is performed for a data in a zone with the focus of an ultrasonic wave transmitted belonging thereto and the correction of received waves is performed for a data in each zone varying the

correction  
value thereby enabling the creation of an imaging with a phase  
distortion  
corrected.

COPYRIGHT: (C)1992, JPO&Japio

DID:  
JP 04064350 A

FPAR:

CONSTITUTION: Phase errors between elements and in distance zones  
are sent to a  
synthetic control section 14 and a delay distribution data to the  
elements of  
an ultrasonic element array 4 is inputted as main control value  
from a delay  
distribution data PROM 15 based on sound ray number information  
from a system  
controller 12. This delay distribution is corrected reversely  
with a phase  
error data from a local memory 11 as correction value to alter a  
delay for each  
of the elements with a transmitting beam former 2 and receiving  
beam former 16.  
The correction of transmitted waves is performed for a data in a  
zone with the  
focus of an ultrasonic wave transmitted belonging thereto and the  
correction of  
received waves is performed for a data in each zone varying the  
correction  
value thereby enabling the creation of an imaging with a phase  
distortion  
corrected.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-64350

⑤ Int.Cl.<sup>5</sup>

A 61 B 8/14  
G 01 N 29/06  
29/22

識別記号

5 0 1

庁内整理番号

9052-4C  
6928-2J  
6928-2J

⑬ 公開 平成4年(1992)2月28日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全14頁)

⑭ 発明の名称 超音波イメージング装置

⑮ 特 願 平2-177109

⑯ 出 願 平2(1990)7月4日

⑰ 発 明 者 竹 内 康 人 東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127 横河メディカルシステム株式会社内

⑱ 出 願 人 横河メディカルシステム株式会社 東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127

⑲ 代 理 人 弁理士 井島 藤治 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

超音波イメージング装置

2. 特許請求の範囲

(1) N個のエレメントを持つ超音波エレメント

アレイ(4)の1乃至N/2組から成るk組の任意の2組の隣接エレメントの信号を選択して逐次取り出すマルチプレクサ(6)と、

該マルチプレクサ(6)の出力信号を帯域制限して次段以降の信号処理を容易にするためのk組のBPF(7., 7.)と、

前記k組の各2信号の一方の信号(L(t))が局部発振信号として入力され、他方の信号

(S(t))を検波する検波器(8.)と、前記一方の信号(L(t))を入力させて位相を90°

・移相する90°移相器(8.)と、該90°

・移相器(8.)の出力信号(L(t)')を局部発振信号として他方の信号(L(t))を検波する検波器(8.)とで構成される隣接エレメント間の信号の位相誤差を求めるk組の位

相比較器(8)と、

該相比較器(8)の出力を、或る小区間積分して平均化するk組の小区間積分器(9)と、

該小区間積分器(9)の出力信号をデジタル信号に変換するk組のAD変換器(10)と、

各隣接エレメント間の位相誤差データが、その上位にシステムコントローラ(12)からの情報による音線番号、中位にエレメント番号、下位に音線上の区間番号に基づくアドレスにより格納されるローカルメモリ(11)と、

システムコントローラ(12)の制御を受け、前記マルチプレクサ(6)、前記AD変換器(10)及びローカルメモリ(11)を制御し、前記ローカルメモリ(11)のデータ格納のためエレメント番号と音線上の区間番号に基づくアドレスを与えるk組のローカルコントローラ(13)と、

超音波エレメントアレイ (4) の各エレメントの信号の遅延量の分布データが格納されており、各音線番号に応じた遅延量データを出力するディレー分布データ PROM (15) と、

該ディレー分布データ PROM (15) からの制御信号と前記ローカルメモリ (11) からの位相誤差データとに基づく各エレメントの信号の遅延量に対する修正信号とを受けて送波ビームフォーマ (2) と受波ビームフォーマ (16) とを制御する合成制御部 (14) とを具備することを特徴とする超音波イメージング装置。

(2) 位相誤差測定時に狭帯域信号の送波波形を発生する第 1 の波形発生器 (33) と、

データ採取時に広帯域の送波波形を発生する第 2 の波形発生器 (32) と、

誤差測定時とデータ採取時において、前記第 1 の波形発生器 (33) の出力と前記第 2 の波形発生器 (32) の出力を切り替えて送

波ビームフォーマ (2) に入力させる第 1 のスイッチ (34) と、

隣接する超音波エレメントアレイ (4) のエレメントからの 2 信号のうち一方を局部共振信号として他方を位相検波して受波信号が受けている位相誤差を検出し、得た位相誤差データにより送波ビームフォーマ (2) と受波ビームフォーマ (16) を制御して各エレメントの信号の遅延量を修正するための位相誤差検出部 (35) と、

該位相誤差検出部 (35) の出力を位相誤差補正送受信時とイメージング時とで切り替える第 2 のスイッチ (36) とを具備することを特徴とする超音波イメージング装置。

(3) 位相誤差補正送受信時に間引音線による超音波送受波を行うように送波ビームフォーマ (2) と受波ビームフォーマ (16) とを制御する制御部 (51) を具備することを特徴とする超音波イメージング装置。

(4) 受波ビームフォーマ (16) で時系列信号

とされた受信信号をテレビジョンフォーマットの信号に変換する DSC (21) は、

システムコントローラ (12) からの入力信号によって制御されるコントローラ (65) と、

該コントローラ (65) の制御によりカーソル信号を発生するカーソル発生器 (61) と、

前記コントローラ (65) からの書き込みアドレスにより前記カーソル信号を格納し、前記コントローラ (65) からの読み出しアドレスにより前記カーソル信号を出力するカーソルメモリ (63) とを有するものであることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の超音波イメージング装置。

(5) 受波回路 (5.., 5...) に TGC 信号を供給する TGC 回路 (76) と、

受波回路 (5..) からの受信信号を受けてその信号レベルを検出するレベル検出器 (71) と、

受波回路 (5...) からの受信信号を受けてその信号レベルを検出するレベル検出器 (72) と、

前記レベル検出器 (71) の出力と前記レベル検出器 (72) の出力とを加算する加算器 (73) と、

最大許容レベルと最小許容レベルの基準電圧を内蔵し、前記加算器 (73) の出力信号と前記基準電圧とを比較してその範囲外のレベルの信号を検出し、ローカルメモリ (11) に格納されている当該信号のデータを除外させる信号を前記ローカルメモリ (11) に対して出力する判断部 (74) とを具備することを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 記載の超音波イメージング装置。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は医用の超音波イメージング装置に関し、特に媒質中の非均質な波の伝播によって起こる位相相殺効果を補正するための位相誤差補正送受信

を行う超音波イメージング装置に関する。

(従来の技術)

超音波イメージング装置は超音波探触子から超音波信号を被検体内に照射して、被検体内の組織や病変部から反射されてくる信号を超音波探触子で受波し、その反射信号により形成される断層像をCRTに表示して診断の用に供する装置である。  
(発明が解決しようとする課題)

ところで、被検体内を伝播して反射体で反射され、再び体内を伝播して超音波探触子で受波される超音波信号においては、媒質である体内の各組織が均質でないため、超音波探触子で受波される段階で到達する超音波に位相差が生じ、受波超音波の位相が歪んでしまう位相相殺効果と称せられる現象が発生する。この効果により超音波探触子の開口面内での反射波の遅延分布が理論通りにならない。このため、開口を大きくして、分解能を良くし、画質の向上を図ろうとしても思った程には良くならない。

本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、そ

の目的は、音速不均一分布による位相歪みを補正して実用上支障のないイメージングを得ることのできる超音波イメージング装置を実現することにある。

(課題を解決するための手段)

前記の課題を解決する本発明は、N個のエレメントを持つ超音波エレメントアレイの1乃至N/2組から成るk組の任意の2個の隣接エレメントの信号を選択して逐次取り出すマルチプレクサと、該マルチプレクサの出力信号を帯域制限して次段以降の信号処理を容易にするためのk組のBPFと、前記k組の各2信号の一方の信号が局部発振信号として入力され、他方の信号を検波する検波器と、前記一方の信号を入力させて位相を90°移相する90°移相器と、該90°移相器の出力信号を局部発振信号として他方の信号を検波する検波器とで構成される隣接エレメント間の信号の位相誤差を求めるk組の位相比較器と、該位相比較器の出力を、或る小区間積分して平均化するk組の小区間積分器と、該小区間積分器の出力信号

をディジタル信号に変換するk組のAD変換器と、各隣接エレメント間の位相誤差データが、その上位にシステムコントローラからの情報による音線番号、中位にエレメント番号、下位に音線上の区間番号に基づくアドレスにより格納されるローカルメモリと、システムコントローラの制御を受け、前記マルチプレクサ、前記AD変換器及びローカルメモリを制御し、前記ローカルメモリのデータ格納のためエレメント番号と音線上の区間番号に基づくアドレスを与えるk組のローカルコントローラと、超音波エレメントアレイの各エレメントの信号の遅延量の分布データが格納されており、各音線番号に応じた遅延量データを出力するディレー分布データPROMと、該ディレー分布データPROMからの制御信号と前記ローカルメモリからの位相誤差データとに基づく各エレメントの信号の遅延量に対する修正信号とを受けて送波ビームフォーマと受波ビームフォーマとを制御する合成制御部とを具備することを特徴とするものである。

又、第2の発明は、位相誤差測定時に狭帯域信号の送波波形を発生する第1の波形発生器と、データ採取時に広帯域の送波波形を発生する第2の波形発生器と、誤差測定時とデータ採取時において、前記第1の波形発生器の出力と前記第2の波形発生器の出力を切り替えて送波ビームフォーマに入力させる第1のスイッチと、隣接する超音波エレメントアレイのエレメントからの2信号のうち一方を局部発振信号として他方を位相検波して受波信号が受けている位相誤差を検出し、得た位相誤差データにより送波ビームフォーマと受波ビームフォーマを制御して各エレメントの信号の遅延量を修正するための位相誤差検出部と、該位相誤差検出部の出力を位相誤差補正送受信時とイメージング時とで切り替える第2のスイッチとを具備することを特徴とするものである。

更に、第3の発明は、位相誤差補正送受信時に間引音線による超音波送受波を行うように送波ビームフォーマと受波ビームフォーマとを制御する制御部を具備することを特徴とするものである。

更に、第4の発明は、受波ビームフォーマで時系列信号とされた受信信号をテレビジョンフォーマットの信号に変換するDSCは、システムコントローラからの入力信号によって制御されるコントローラと、該コントローラの制御によりカーソル信号を発生するカーソル発生器と、前記コントローラからの書き込みアドレスにより前記カーソル信号を格納し、前記コントローラからの読み出しアドレスにより前記カーソル信号を出力するカーソルメモリとを有するものであることを特徴とするものである。

更に、第5の発明は、受波回路にTGC信号を供給するTGC回路と、受波回路からの受信信号を受けてその信号レベルを検出するレベル検出器と、受波回路からの受信信号を受けてその信号レベルを検出するレベル検出器と、前記レベル検出器の出力と前記レベル検出器の出力とを加算する加算器と、最大許容レベルと最小許容レベルの基準電圧を内蔵し、前記加算器の出力信号と前記基準電圧とを比較してその範囲外のレベルの信号を

検出し、ローカルメモリに格納されている当該信号のデータを除外させる信号を前記ローカルメモリに対して出力する判断部とを具備することを特徴とするものである。

(作用)

超音波エレメントアレイの隣接した2チャンネルのエレメントで送受信を行い、受波信号のうち一方の信号を局部発振信号として他方の信号を検波してその位相誤差を求め、位相誤差データから送受波ビームフォーマのディレー分布を補正して、ビントの合ったイメージングを行う。

又、位相誤差補正送受信時にはSN比の良好な受信を行うため狭帯域信号を送受信する。

又、位相誤差補正送受信時にはイメージング用送受信時に比べて間引きした音線によって送受信する。

更にカーソルを設けて、そのカーソル位置を操作することにより所望の部のみビントの合った画像を得る。

TGCによる感度調節後の受波回路の出力信号

のレベルを検出し、判断部に設けた基準電圧と比較して一定の範囲のレベルを外れた区間の信号を評価の対象から除外する。

(実施例)

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

#### 実施例 1

第1図は本発明の第1の実施例のブロック図である。図において、1は被検体に超音波を送波するための送波トリガを作る送波トリガ発生回路、2は送波トリガを受けて音線信号を形成する送波ビームフォーマである。送波ビームフォーマ2には超音波エレメントの数だけの出力端子があって、それぞれ送波回路に出力を供給する。第1図では128個の送波回路のうち、送波回路3.と送波回路3.1及びそれに付随する回路のみを示し、他の回路は同様に動作するので省略してある。4は128個のエレメントを有し、送波ビームフォーマ2で音線を形成された信号を送波し、反射波を受けて電気信号に変換する超音波エレメントア

レイである。第1図ではエレメントの数を128として示してあるが、その数には限定されない。

5.は超音波エレメントアレイ4のエレメント4.で受波されて電気信号に変換された信号が入力され、増幅等の信号処理をする受波回路、5.1は隣接エレメント4.1で受波された信号の処理をする受波回路である。ここでは128個の受波回路のうち5.と5.1の2回路のみを示してある。6は128個の受波回路のうち隣り合う2個の受波回路からの信号を選択して出力するマルチプレクサで、その2出力はBPF7.、BPF7.1により帯域濾波されて位相比較器8に入力される。位相比較器8はBPF7.の出力を参照信号としてBPF7.1の出力信号と比較して位相検波する。9は被測定エレメントの1送波に対する受波の全区間において、その反射波の全区間を小区間に分離して各小区間毎に積分する小区間積分器である。小区間積分器9の出力の位相誤差データはAD変換器10でデジタル信号に変換された後、ローカルメモリ11に一時記憶のため

に格納される。ローカルメモリ11の割り付けアドレスは、上位は音線番号、中位はエレメント番号、下位は音線上の区間番号となり、音線番号はシステムコントローラ12から与えられ、それ以下の番号はローカルコントローラ13が作って与える。ローカルコントローラ13はエレメント番号をマルチプレクサ6にも与えている。

14はローカルメモリ11からの位相誤差データが修正量として入力され、又、各音線のディレー分布データが格納されているディレー分布データPROM15の出力が主制御量として入力されている合成判断部である。ディレー分布データPROM15にはシステムコントローラ12から音線番号情報が入力されて、各音線番号に対応するディレー分布データを出力している。合成制御部14は、ディレー分布データPROM15からのディレー分布データが、ローカルメモリ11からの位相誤差データで逆向きに補正されたデータを送波ビームフォーマ2と受波ビームフォーマ16に入力する。受波ビームフォーマ16は、128

個の受波回路(51~5128)の出力信号が入力され、合成制御部14からの制御信号により各エレメントからの信号に対する遅延量が与えられて、受信信号の整相加算を行い、シリアル信号に変換して出力する。

受波ビームフォーマ16で整相加算されたデータは、エコーフィルタ17で余分な信号を除去され、対数増幅器18で圧縮増幅され、検波回路19で検波され、ビデオ増幅器20で増幅された後DSC21に入力される。DSC21は入力される信号をテレビジョンフォーマットの信号に変換して表示装置22で表示させる。

次に上記のように構成された実施例の動作を説明する。送波トリガ発生回路1はシステムコントローラ12の制御により送波トリガを発生して出力する。送波ビームフォーマ2は送波トリガを受けて128チャンネルの信号を形成する。このチャンネルのうちnチャンネルとn+1チャンネルについて説明する。送波ビームフォーマ2の出力は送波回路3。と送波回路3...で増幅等の処理をされて、

超音波エレメントアレイ4のエレメント4...4...を励振し、超音波信号を送波させる。被検体内から反射して戻ってきた超音波は、超音波エレメント4...4...で受波され、電気信号に変換されて、受波回路5...5...に入力される。この信号は受波回路5...5...で増幅されてマルチプレクサ6と受波ビームフォーマ16に大力される。マルチプレクサ6は128:2のチャンネル変換を行って受波回路5...5...からの信号を出力する。マルチプレクサ6の出力のうち受波回路5...の出力信号S。はBPF7。で濾波されて位相比較器8に入力され、受波回路5...の出力信号S。はBPF7。で濾波されて位相比較器8に入力される。ここで、位相比較器8の細部を第2図に示す。図において、第1図と同一の部分には同一の符号を付してある。図中、8。はフィルタ7。の出力信号のうち位相比較器8。に入力される信号の位相を90°遅らせる90°移相器である。フィルタ7。の出力信号L(t)は検波器8。の局部発振信号として入力されて、フィル

タ7。の出力信号S(t)を位相検波する。又、同時に90°移相器8。で90°移相された信号L(t)'は、検波器8。に局部発振信号として入力されて、フィルタ7。からの入力信号S(t)を検波する。以上の信号入力から検波器8。の出力信号は次式のようなになる。

$$S(t) = A(t) \cos(\omega_0 + \phi_0) t$$

$$L(t) = A(t) \cos(\omega_0 + \phi_1) t$$

位相検波後平滑化した信号出力は

$$S(t)L(t) = \frac{1}{2} A(t)^2 \cos(\phi_1 - \phi_0) t \dots (1)$$

検波器8。の出力信号は

$$S(t) = A(t) \cos(\omega_0 + \phi_0) t$$

$$L(t) = A(t) \cos(\omega_0 + \phi_1 - 90^\circ) t$$

位相検波後平滑化した信号出力は

$$S(t)L(t) = \frac{1}{2} A(t)^2 \cos(\phi_1 - \phi_0 - 90^\circ) t$$

$$= \frac{1}{2} A(t)^2 \sin(\phi_1 - \phi_0) \dots (2)$$

位相比較器8の2個の位相誤差出力は、小区間積分器9で積分され、AD変換器10でデジタル信号に変換された後、ローカルメモリ11に入力される。ローカルメモリ11にはシステムコントローラ12から音線番号情報が入力されていて、音線番号情報に対応した位相誤差データが一時記憶される。この位相誤差データは次式に示す通りである。

(1)式、(2)式から

$$\frac{S(t) L_1(t)}{S(t) L_2(t)} = \tan(\phi_1 - \phi_0)$$

$$\therefore \phi_1 - \phi_0 = \tan^{-1} \left\{ \frac{S(t) L_1(t)}{S(t) L_2(t)} \right\}$$

ローカルメモリ11に蓄えられ平均化された各音線毎の、各エレメント間の、そして各距離ゾ

ンにおける位相誤差は合成制御部14に送られる。合成制御部14にはシステムコントローラ12からの音線番号情報に基づきディレー分布データPROM15にプログラムされた、音線を形成する超音波エレメントアレイ4の各エレメントへの遅延分布データがディレー分布データPROM15から主制御量として入力されているが、この遅延分布データをローカルメモリ11からの位相誤差データを修正量として逆向きに補正して、送波ビームフォーマ2及び受波ビームフォーマ16による各エレメント毎の遅延量を変更する。この補正は、例えば、他のエレメントよりもビームステアリングと同じくフォーカシングのための制御データの理論値と比べてx ns遅いエレメントは、送波も受波も逆にx ns早くしてやるものである。送波の補正は、送波された超音波の焦点が該当するゾーンのデータで行い、受波の補正は、各ゾーン毎にそのゾーンのデータで修正量を変えて行う。

以上説明した位相誤差検出において、位相比較器8が1個で2つのエレメントの信号を処理する

例を示したが、位相比較器8の個数をk個(1 ≤ k ≤ n/2)とし、このk個の位相比較器8を切り替え使用することにより、1方位角について(n/k)回の送波でデータを取り終えることができる。

上記の説明のように隣接エレメント毎の信号を取り出し、一方を局部発振信号として他方を位相検波し、隣接エレメントの信号間の位相誤差を求めて、その位相誤差データにより各エレメントの信号の位相補正を行うことにより、全面にビントが合うようになる。

尚、本発明は上記実施例に限定されるものではない。

(イ) 実施例では、送波及び受波に対して修正を行ったが、送波又は受波のみに対して行っても良い。

(ロ) 超音波エレメントアレイのアレイ構造が2次元アレイ、不等間隔アレイ、曲面アレイ等各種のアレイにも適用できる。

(ハ) 受波のダイナミックフィルタもしくは周波

数分割受信手法、送波のゾーン別の周波数分割送波手法(焦点の異なるゾーンにおいて)、又はFMチャープ波、位相変調波による送受信の場合にも適用可能である。

(ニ) 或る深さの点をターゲットの有る点として、パルスエコー方式で得た修正データを用いてCW送受信の場合の補正データとして用いることができる。

## 実施例 2

第3図は本発明の第2の実施例のブロック図である。図において、第1図と同等の部分には同一の符号を付してある。パルス幅が短幅で、従って広帯域のままの状態で行う第1図の方式では各エレメントの受波信号のSN比が、中～遠距離部分で悪化し、各エレメント間の位相差検出が困難になるため、本実施例は、中～遠距離でもエレメント間の位相差検出が、延いては、その理想状態からのずれの検出ができるだけ差無く行えるようにするものである。

図中、31は連続波である搬送波を発生する搬



送波発振器で、波形発生器 a 3 2 と波形発生器 b 3 3 とにその出力信号を供給する。波形発生器 a 3 2 は搬送波発振器 3 1 からの信号の周波数でパルス幅の短い信号を発生している。波形発生器 b 3 3 は同じく搬送波発振器 3 1 の信号を受けて同一周波数のパルス幅の長いパルスを発生している。3 4 は a 接点に波形発生器 a 3 2 の出力が入力され、b 接点に波形発生器 b 3 3 の出力が入力されており、動接点 c からの出力が送波ビームフォーマ 2 に入力されるスイッチ a である。3 5 は第 1 図のマルチプレクサ 6 からローカルメモリ 1 1 に至る迄の回路が含まれている位相誤差検出部である。3 6 は位置誤差検出部 3 5 で検出された位相誤差をスイッチ a 3 4 と連動して切り替えるスイッチ b で、動接点 c に入力された位相誤差データを a 接点から b 接点に切り替えて、位相誤差検出部 3 5 にフィードバックする。3 7 は受波ビームフォーマ 1 6 で整相加算された出力信号を処理する受波信号処理部で、第 1 図の実施例のエコーフィルタ 1 7 から D S C 2 1 までの回路を含んでいる。

b 接点を通して超音波エレメントアレイ 4 のエレメント 4 . . 、エレメント 4 . . . から送波される。受波信号は、受波回路 5 . . 、5 . . . を経て位相誤差検出部 3 5 で位相誤差を検出されて、スイッチ b 3 6 の b 接点から再び位相誤差検出部 3 5 を経て送波ビームフォーマ 2 と受波ビームフォーマ 1 6 に入力され、その遅延量データを変更して位相誤差を補正する。その後、スイッチ a 3 4 、スイッチ b 3 6 の動接点 c の接続を接点 a に切り替えて、イメージング用の広帯域信号である波形発生器 a 3 2 からの出力を送波ビームフォーマ 2 に送り出し、送波回路 3 . . 、3 . . . を経て超音波エレメントアレイ 4 から送り出す。このように位相誤差補正のためにはパルス幅の広い狭帯域の信号を送信して空中分解能を犠牲にして S N 比の良好な受信を行い、エレメント間の位相誤差検出を差無く行わせる。第 3 図の回路は、このように位相誤差補正送受信時と、イメージング用送受信時との送信波形を変えることにより、位相誤差測定を S N 比の良好な状態で行うものである。この回路の

次に、上記のように構成された実施例の原理を説明する。動作は第 1 図の実施例と異なる点についてのみ説明する。イメージングのためのデータ採取においては、距離分解能を良くする必要もあり、広帯域の信号即ちパルス幅の小さい鋭い信号が必要であるが、位相誤差補正用のデータ採取では場所による位相誤差の変化は甚だしくないので、狭帯域の信号即ちパルス幅の大きな信号を送受波しても位相誤差の補正に関する限り支障はない。従って、本実施例では、位相誤差補正用データ採取時には波形発生器 b 3 3 の長幅パルスを送り、そのデータに基づいて送受波ビームフォーマの遅延量を加減する。イメージングデータ採取時には波形発生器 a 3 2 から短幅パルスを出力して、高分解能のデータを取るものである。このようにすれば位相誤差補正データ採取時には S N 比の良好なデータを得ることができる。

この回路において、初めは、スイッチ a 3 4 、スイッチ b 3 6 を共に b 接点側に入れておく。波形発生器 b 3 3 の長幅パルスがスイッチ a 3 4 の

動作は、第 1 図の回路の動作とは、送波波形を異なる波形を切り替え使用する以外は変わりはないので、説明を省略する。

上記の方法は送波波形を位相誤差補正送受信時とイメージング時とで変えたが、位相誤差補正送受信時に受波回路を狭帯域化して S N 比を上げるようにしても良い。第 4 図は受波回路を狭帯域化する回路の一例を示す図である。図において、第 3 図と同等な部分には同一の符号を付してある。図中、4 1 は受波回路 5 . . からの信号と受波回路 5 . . . からの信号を局部発振信号として位相検波する位相検波器、4 2 は位相検波器 4 1 の出力を濾波する L P F である。この第 4 図の回路は位相検波後の出力を L P F 4 2 により高域部をカットして受波信号を狭帯域化したもので、このように受波信号処理時に狭帯域化することによっても同じ効果が得られる。

送信信号が F M チャープ信号の場合、あまりチャープの周波数スweepの幅が広過ぎると位相誤差を求めることが困難になる。フェーズコードの

場合でもそのチップレートが速すぎると、つまり帯域域にしすぎると同様な現象を生ずる。この場合、位相誤差補正用には第5図に示す構成の回路を用いると良い。この回路は1(ビット/サンプル)×5(サンプル)の相互相関器で、ここで用いられるクロックは超音波送受信の時間関係とは全く独立であっても差支えない。むしろ独立の方が干渉が無くて好ましい。図において、第1図と同等の部分には同一の符号を付してある。図中、43は受波回路5.の出力のエコー信号をサンプリングして2値化するサンプラ、44は受波回路5.の出力のエコー信号をサンプリングして2値化するサンプラである。45はサンプラ43の出力の2値信号を蓄積してクロック毎に右方向に順送りする5段構成のシフトレジスタ、46はサンプラ44の出力の2値信号を順送りに蓄積する3段構成のシフトレジスタである。47はシフトレジスタ45の5段構成の各段のデータと、シフトレジスタ46の最終段のデータとが一致したときのみ1とする47.、47.、47.、47.

に変換して時間差判断部50においてその相互相関に関する判断を行う。このようにすることにより、入力受波信号に位相誤差が無く、一様なデータであれば、その波形は対称に変化するが、位相誤差があれば非対称となることから位相誤差を測定することができる。送波波形の帯域幅が非常に広い場合、このようにして各ビット毎に比較することにより、その位相誤差を知ることができる。

#### 実施例 3

第6図は本発明の第3の実施例の要部を示す回路図である。図において、第1図と同等の部分には同一の符号を付してある。図中、51は制御部で、これは送波ビームフォーマ2と受波ビームフォーマ16を制御して、位相誤差補正送受信を行う時は音線を間引いて選択された少数の音線についてのみ送受信を行い、イメージングの時にはすべてのあるいは殆どすべての音線について送受信を行う。

又、粗い音速分布地図を作ってイメージング用送受信時には先に得た音速分布図に補間データを

及び47.の5個の回路で構成されている排他的論理和否定回路(以下論理回路という)で、シフトレジスタ45の各段のデータと、シフトレジスタ46の最終段のデータが各構成論理回路47.~47.に入力されている。48は論理回路47.の出力データを累積積分してアナログ化するアナログ積分器で、48.、48.、48.、48.、及び48.の5個の積分器で構成されている。49はアナログ積分器48.~48.を逐次切り替えるスイッチ、50はアナログ積分器48.の出力により隣接エレメント間の位相のずれを判断する時間差判断部である。

上記の回路では、受波回路5.の出力がサンプラ43でサンプリングされ、その出力の2値化信号がシフトレジスタ45に順送りにされて蓄えられた5段のデータと受波回路5.の出力がサンプラ44でサンプリングされ2値化された信号がシフトレジスタ46に蓄えられた3段目の最終段のデータとの相互相関を論理回路47.で求め、アナログ積分器48.で積分した後、デジタル信号

入れてBモード用の音速分布図を作る。

位相誤差補正用データを用いてBモード用に補間する方法としてCT的手法を用いてもよい。

又、心拍を基準として心拍の位相毎にデータを取り、位相毎に前回の同位相のときに得た補正データを用いるようにすることもできる。

更に、以前に得た音速分布地図を最新のBモード像(無修正のデータでもよい)と照合して、歪みの修正、例えばパターンマッチング法等を用いて行う。この方法を行うのには、Bモード像の動きを検出して併用する。

#### 実施例 4

第7図は本発明の第4の実施例のブロック図である。この実施例では表示装置の画面全体に表示される画像のピントを合わせるのではなく、所要の局部とその周辺のみピントを合わせるようにするものである。第7図はこの実施例のDSC21の細部ブロック図である。図において、第1図と同等の部分には同一の符号を付してある。図中、60はエコー信号をデジタル信号に変換するA

D変換器、61はカーソル信号を発生するカーソル発生器である。62はエコー信号のデータを格納する画像メモリ、63はカーソル発生器61からのカーソル信号を格納するオーバーレイ用のカーソルメモリである。64は画像メモリ62及びカーソルメモリ63から読み出されたデータをアナログ信号に変換するD/A変換器、65はシステムコントローラ12の制御によりカーソル発生器61、画像メモリ62、カーソルメモリ63、D/A変換器64等を制御するコントローラである。

次に、上記のように構成された実施例の動作を説明する。DSC21に入力されたエコー信号はA/D変換器60でデジタル信号に変換され、コントローラ65からの書き込みアドレスにより画像メモリ62に書き込まれる。又、入力装置(図示せず)からの指令によりシステムコントローラ12はコントローラ65を制御してカーソル発生器61からカーソルデータを発生させる。このカーソルデータはカーソルメモリ63に格納される。入力装置によりカーソル位置を移動させる指示を

与えると、コントローラ65はシステムコントローラ12の制御により、その指示に基づく書き込みアドレスを送ってカーソルメモリ65への書き込み位置を変えて、カーソルを移動させる。システムコントローラ12はカーソルの移動と共に送波ビームフォーマ2と受波ビームフォーマ16を制御して、位相誤差補正送受信時にはカーソルの方向にのみ送受信を行わせる。

以上説明したように本実施例によれば、カーソルにより画面上の所望の像のピントを合わせることができる。このようにすることにより、例えば、管壁のクラッタをリファレンスとしてドブラシフトのある所を指定することができる。又、上記の局部を方位角( $\theta$ ,  $\phi$ )及び距離( $z$ )の空間に適当に分布させて、全体として大略万遍なく検査対象空間又はその必要部分空間をカバーすることができる。

更に位相誤差補正送受信時には、イメージング用送受信時よりも鋭い送波フォーカスの超音波信号を用いて、カーソルで示された領域の位相誤差

を求め、イメージング用送受信時において、ファンビーム送信下のマルチビーム受信をする場合に必要位置のみピントの合った画像を得ることができる。

#### 実施例 5

第8図は第5の実施例のブロック図である。図において、第1図、第2図と同等の部分には同一の符号を付してある。図中、71は受波回路5.の出力を検波器8.による検波前にそのレベルを検出するレベル検出器、72は受波回路5.の出力のレベルを検出するレベル検出器である。73はレベル検出器71とレベル検出器72の出力を加算する加算器で、その出力のレベルを判断部74で判断する。75は検波器8.の出力を増幅する増幅器、76は受波回路5.、5.にTGC電圧を与えるTGC回路である。

次に上記のように構成された実施例の動作を説明する。位相誤差補正用送受信時において、受波回路5.の出力信号は検波器8.に入力され、受波回路5.の出力信号は90°位相器8.で位

相を90°遅らせられて検波器8.に入力される。検波器8.は前者の信号と後者の信号を局部共振信号として検波し、ローカルメモリ11に格納する。更に、受波回路5.の出力はレベル検出器71に入力され、受波回路5.の出力はレベル検出器72に入力されて、その信号レベルが検出される。レベル検出器71で検出されたレベル信号とレベル検出器72で検出されたレベル信号は加算器73で加算され、判断部74に入力される。判断部74には最大レベルと最小レベルの基準電圧が内蔵されていて、その範囲外の信号は除外するものと判断され、ローカルメモリ11に格納されたデータから除外される。尚、レベル検出において、受波回路5.、5.にTGC回路76からTGC信号を与えて、深さに基づく信号レベルの大きさの変動の影響を除去しておく。

本実施例によれば先ず主としてノイズを主成分とするような低レベルの信号が位相誤差の検出作業を攪乱することが防止される。又本実施例によれば鏡面反射の性質を強く有する高レベルの反射

源が近隣の音線が送受信される場合にまで十分強い反射波を与え、その本来観測すべき自己の音線上の反射波を消してしまうような形式の誤りの発生が防止される。

(発明の効果)

以上詳細に説明したように本発明によれば、媒体における音速の不均一分布に基づく位相歪みの補正されたイメージングができるようになり、実用上の効果は大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例のブロック図、  
第2図は第1図の実施例の位相比較器の詳細図、  
第3図は本発明の第2の実施例のブロック図、  
第4図は受波信号回路を狭帯化した回路の一例を示す図、

第5図は送波波形が広帯域過ぎる場合の位相誤差を求める回路の図、

第6図は本発明の第3の実施例のブロック図、  
第7図は本発明の第4の実施例のブロック図、  
第8図は本発明の第5の実施例のブロック図で

ある。

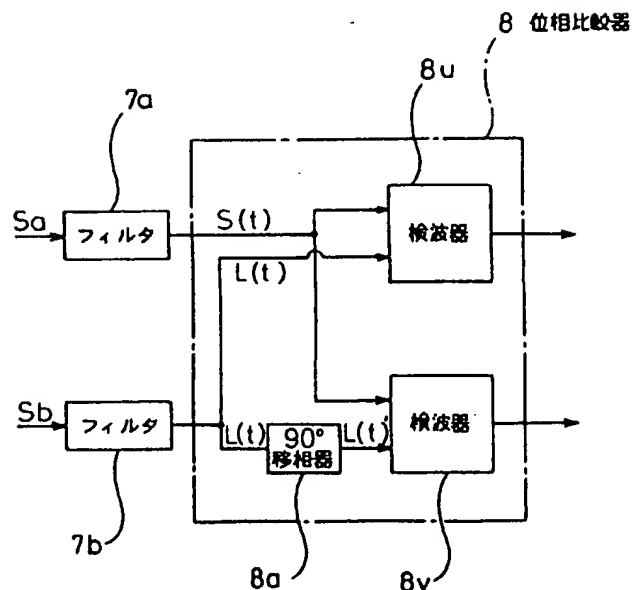
- |                      |            |
|----------------------|------------|
| 1…送波トリガ発生回路          |            |
| 2…送波ビームフォーマ          |            |
| 3, 3…送波回路            |            |
| 4…超音波エレメントアレイ        |            |
| 5, 5…受波回路            |            |
| 6…マルチプレクサ            | 8…位相比較器    |
| 8, 9 0° 移相器          | 8, 8…検波器   |
| 9…小区間積分器             | 11…ローカルメモリ |
| 12…システムコントローラ        |            |
| 13…ローカルコントローラ        |            |
| 14…合成制御部             |            |
| 15…ディレー分布データ R P O M |            |
| 16…受波ビームフォーマ         |            |
| 32…波形発生器 a           | 33…波形発生器 b |
| 34…スイッチ a            | 35…位相誤差検出部 |
| 36…スイッチ b            | 37…受波信号処理部 |
| 51…制御部               | 61…カーソル発生器 |
| 62…画像メモリ             | 63…カーソルメモリ |
| 65…コントローラ            |            |

71, 72…レベル検出器

73…加算器 74…判断部

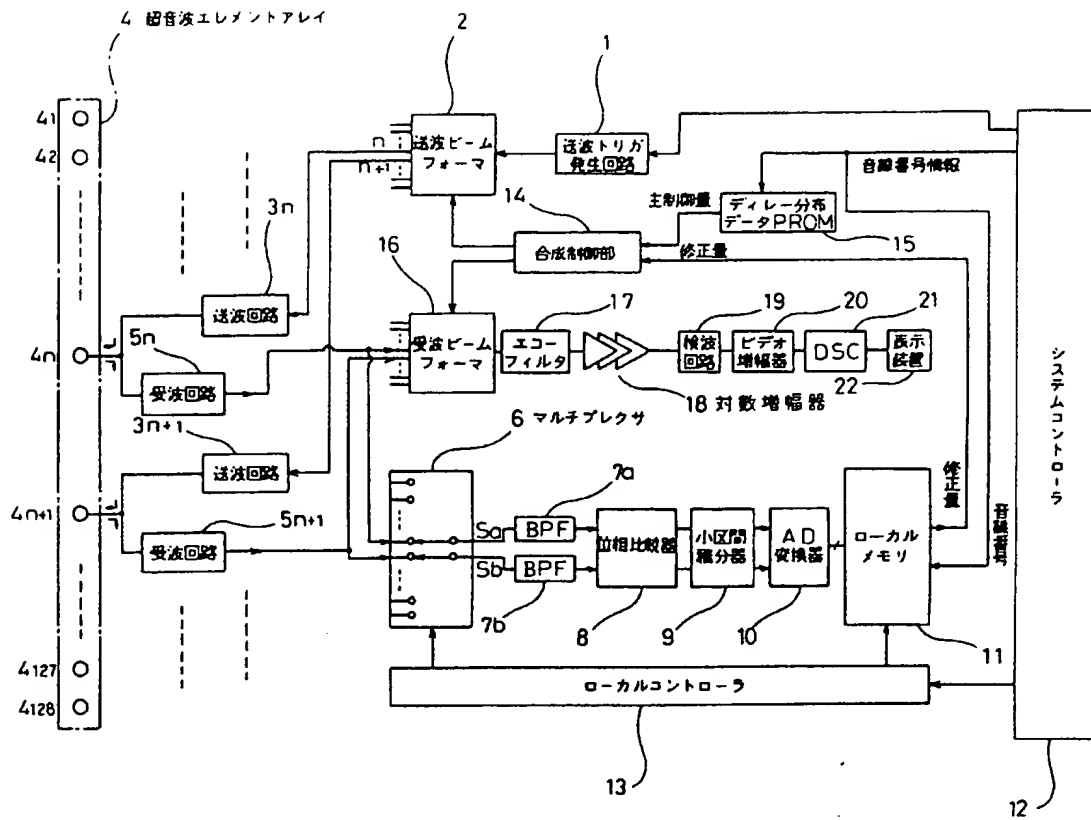
76…TGC回路

#### 第2図

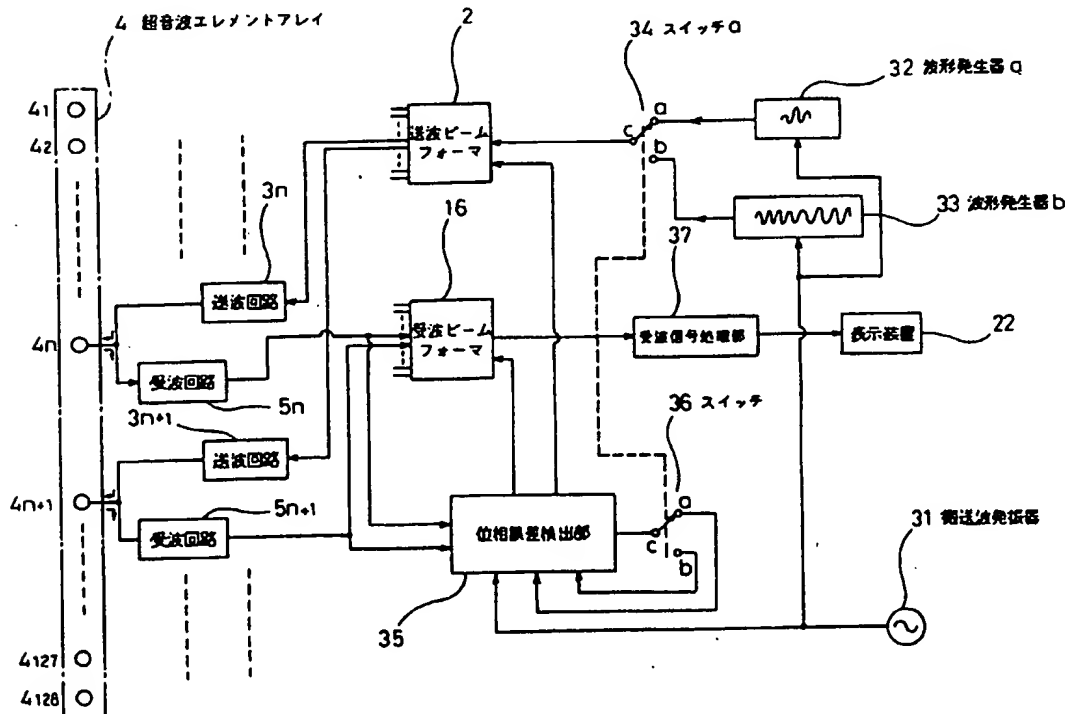


特許出願人 横河メディカルシステム株式会社  
代理人 弁理士 井島 藤 治  
外1名

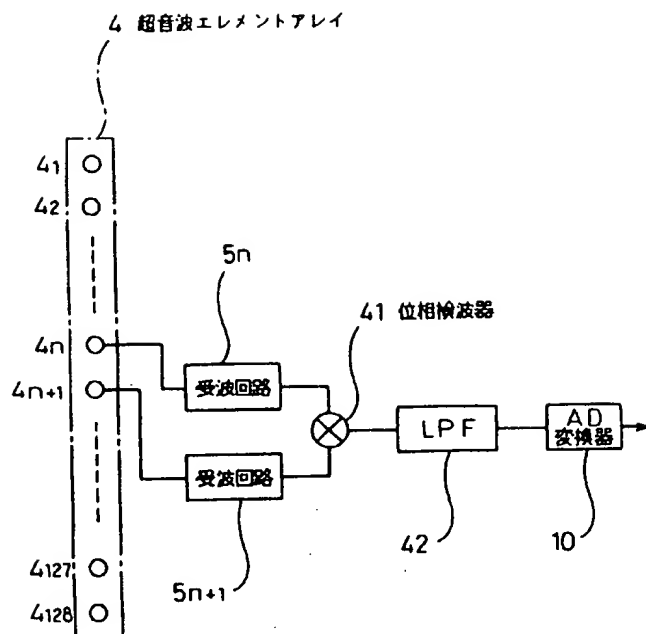
第 1 図



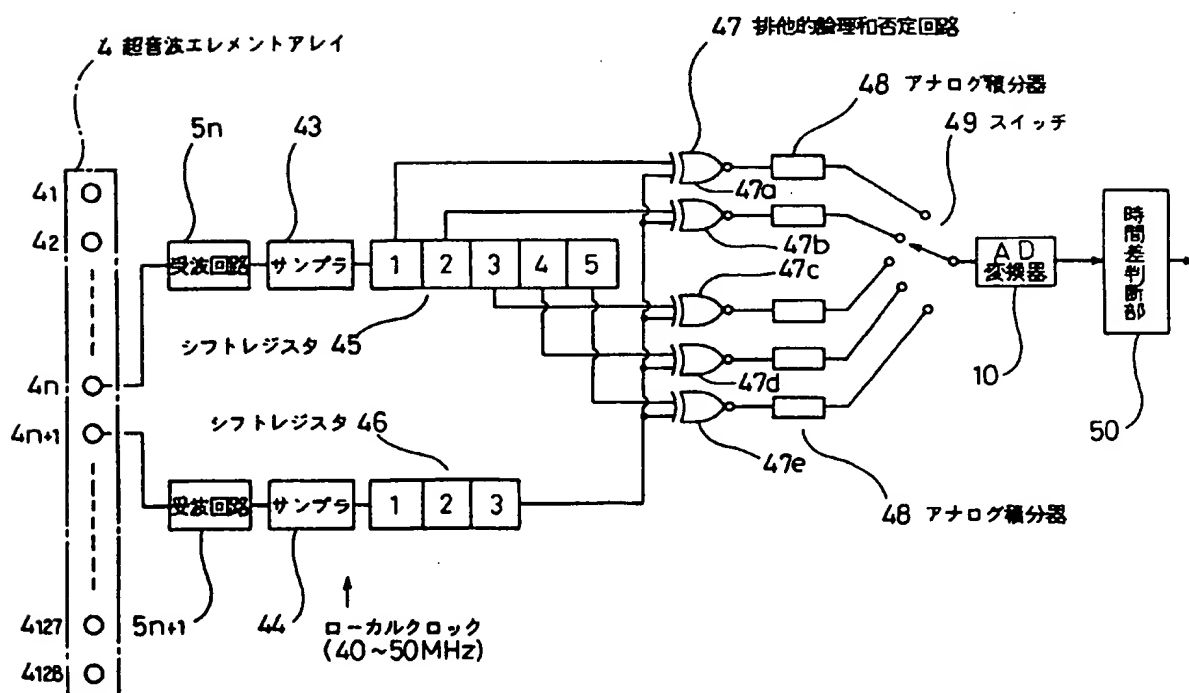
第 3 図



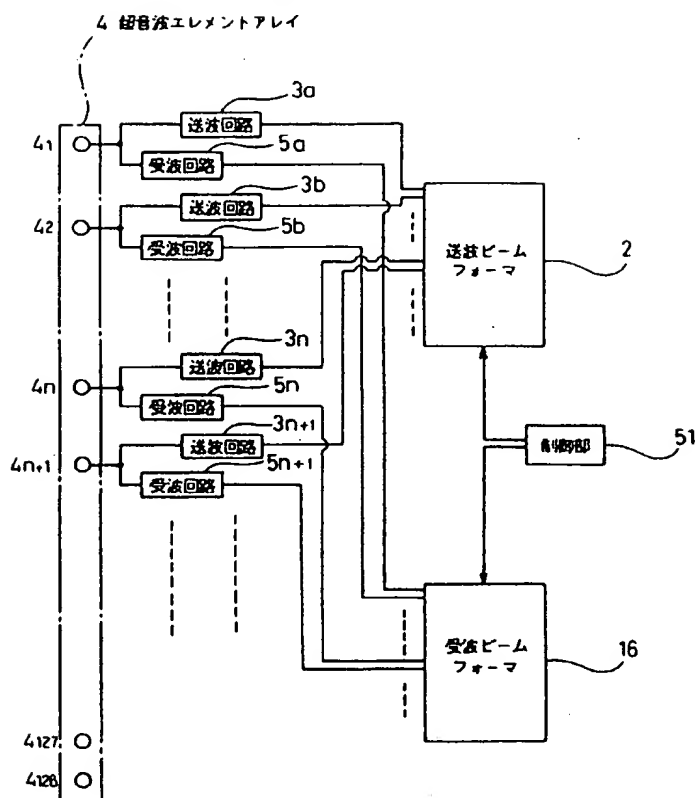
第 4 図



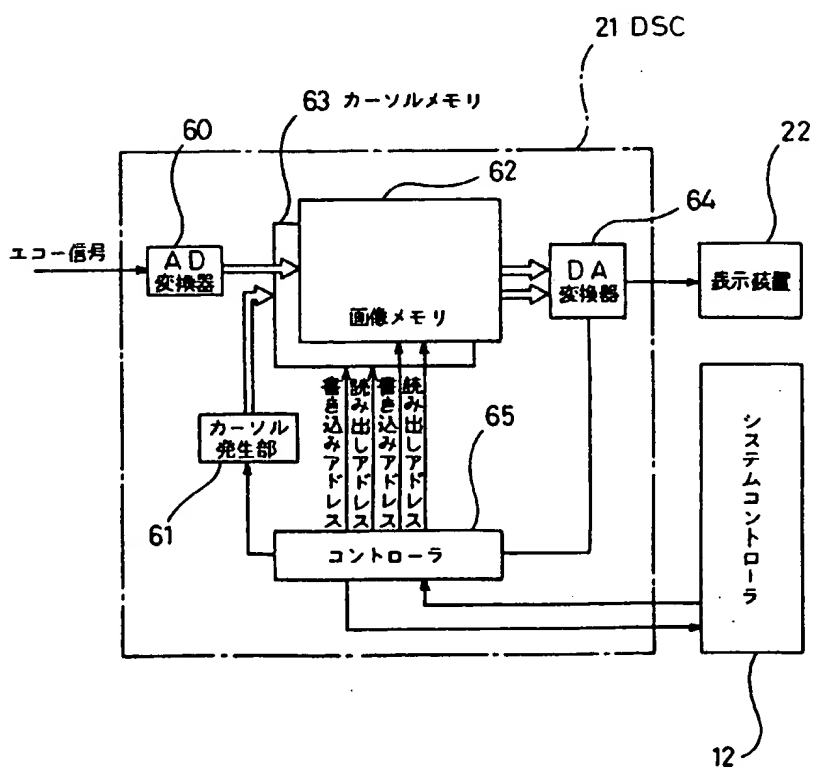
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

